

XI JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

Retos de futuro en la enseñanza superior:
Docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica



ISBN: 978-84-695-8104-9

XI JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Reptes de futur en l'ensenyament superior:
Docència i investigació per a aconseguir l'excel·lència acadèmica

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores

© De esta edición:

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-695-8104-9

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Innovación docente en la asignatura de Estadística: uso del cine

D. Frías-Navarro*, L. Badenes-Ribera*, & R. Gómez-Frías**

*Universidad de Valencia

**Universidad de Newcastle (Reino Unido)

RESUMEN

El uso de la analogía es una estrategia de formación educativa que facilita la presentación y enseñanza de cuestiones que son percibidas por los estudiantes con ciertas expectativas negativas que dificultan desde el comienzo el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. Uno de los aspectos más difíciles de la enseñanza de la metodología es motivar a los alumnos para que desarrollen un pensamiento estadístico. Conceptos como hipótesis nula, hipótesis alternativa, intervalos de confianza, prueba estadística o distribuciones de muestreo son abstracciones para los estudiantes que no integran en su formación académica. Nuestro trabajo presenta una experiencia de innovación docente donde se utiliza el cine como instrumento de formación metodológica mediante el uso de la analogía entre el proceso de un juicio (No culpable/Culpable) y el proceso de decisión estadística (Mantener la hipótesis nula/Rechazar la hipótesis). El objetivo de nuestro trabajo es trabajar las cuestiones del contraste de hipótesis estadísticas con la analogía del proceso de un juicio visionando películas con dicha temática donde la presunción de inocencia se vincula con la verdad de la hipótesis nula como inicio del proceso de decisión estadística. Los resultados señalan la eficacia de dicha actividad de innovación en la mejora del rendimiento en la asignatura de Estadística.

Palabras Clave: metodología, contraste de hipótesis, analogía, juicio, decisión estadística, pensamiento estadístico

1. INTRODUCCIÓN

La elaboración de investigaciones empíricas suele ir acompañada de un diseño estadístico que implica el uso de la herramienta estadística, exigiendo un pesamiento estadístico y una conducta vinculada a la ejecución del análisis e interpretación de los datos. En Psicología y Educación, las pruebas de significación estadística constituyen la base principal del diseño estadístico de la mayoría de las publicaciones que tienen un diseño empírico (Frías-Navarro, 2011; Kline, 2004). Y, además, son el núcleo principal de las guías docentes de estadística y diseños de investigación. Sin embargo, el debate sobre el uso y abuso de las pruebas de significación estadística sigue abierto desde hace décadas e incluso podríamos decir que desde sus inicios (Monterde-i-Bort, Frías-Navarro & Pascual-Llobell, 2010; Nickerson, 2000).

Los resultados de las investigaciones señalan que desafortunadamente después de recibir un curso de estadística, la mayoría de los estudiantes no pueden describir la idea principal del contraste de hipótesis estadísticas o incluso interpretan erróneamente sus resultados (Falk, 1986; Falk & Greenbaum, 1995; Gigerenzer, 2004; Haller & Krauss, 2002; Oakes, 1986).

La principal pregunta implicada en el proceso de decisión estadística es dar respuesta a la cuestión ¿qué significa la afirmación de que un resultado es estadísticamente significativo al 5%? Las interpretaciones incorrectas aplicadas a dicha cuestión son mucho más abundantes de lo que sería deseable para una comunidad científica donde en muchas ocasiones se hace Ciencia aplicando las pruebas de contraste estadístico (Monterde-i-Bort, Pascual-Llobell & Frías-Navarro, 2006). Y, como ya se ha comentado en otro trabajo que se ha presentado en estas jornadas (Frías-Navarro, Badenes-Ribera, Pascual-Soler & Monterde-i-Bort, 2013), las respuestas incorrectas también afectan a los profesores universitarios.

Dos vías de mejora de la práctica estadística permiten la intervención: los manuales y la docencia. Una buena estrategia que podrían adoptar los autores de los manuales es destacar en sus textos que las pruebas de significación estadística “no dicen absolutamente nada acerca de la probabilidad de la hipótesis nula o de la hipótesis alternativa, ni de su verdad ni de su falsedad”. Este tipo de interpretaciones erróneas son muy comunes. El objetivo de nuestro trabajo se centra en el área de la intervención docente. En concreto, nuestro objetivo es presentar una estrategia de intervención docente para facilitar y mejorar la enseñanza y el

aprendizaje del proceso de decisión estadística. Para ello se ha utilizado la analogía del proceso de un juicio que todos conocemos sobre todo por el cine.

El uso de las analogías en la enseñanza de conceptos estadísticos no es una idea nueva. La comparación entre el proceso de decisión estadística y el proceso del veredicto de un juicio ya fue desarrollado por Feinberg (1971) para describir los errores estadísticos de Tipo I y de Tipo II. Posteriormente Bangdiwala (1989) amplió la analogía entre el procedimiento de significación de la hipótesis nula y el sistema judicial.

La investigación sobre la eficacia de la analogía como herramienta cognitiva (Holyoak, 2005) y más específicamente como apoyo en la enseñanza de las matemáticas, la probabilidad o la estadística presenta resultados satisfactorios (Donnelly & McDaniel, 1993; Holyoak & Thagard, 1995; Schustack & Anderson, 1979). La principal ventaja de trabajar con analogías reside en el conocimiento que ya tiene el alumno sobre situaciones de la vida real que debe relacionar con conceptos abstractos que serán integrados en su pensamiento estadístico.

El aprendizaje del proceso de decisión estadística es uno de los más problemáticos para el estudiante e incluso para los docentes y los profesionales (Batanero, Godino, Vallecillos, Green & Holmes, 1994; Monterde-i-Bort, Pascual-Llobell & Frías-Navarro, 2006). El razonamiento que subyace a la prueba de hipótesis estadística utiliza un lenguaje que resulta abstracto, diferente y alejado de cualquier decisión que el alumno pueda tomar en su vida diaria. La presentación por parte del docente del procedimiento de significación estadística con un acto conocido por todos como es la decisión de un jurado ante un acusado resulta altamente motivadora para el alumno. Descubrir la analogía supone que el alumno atrape el sentido de conceptos abstractos que facilitarán el desarrollo del pensamiento estadístico.

En la clase de Estadística se presenta el proceso de un juicio con jurado donde el veredicto sólo puede ser No Culpable o Culpable. En un juicio con jurado el investigador actúa como el fiscal o como acusación particular y son los miembros del jurado y el juez los encargados de evaluar la calidad de la evidencia aportada por el investigador. En el proceso de investigación científica, la calidad de la evidencia aportada por un estudio es evaluada por otros investigadores, los denominados revisores que trabajan en las revistas, los editores o los mismos lectores. Antes de iniciar un juicio es necesario que el juez valore que existe suficiente evidencia preliminar que incrimina al acusado (hipótesis científica, sustantiva o

teórica formulada) y por ello es necesario iniciar un juicio. La hipótesis científica o teórica es la razón por la que se arresta al acusado; es la razón por la que se inicia la investigación. Por ejemplo, para permitir una orden de arresto, el juez debe encontrar que hay una causa probable de que la persona ha cometido un crimen. Del mismo modo, para que un policía arreste a un individuo sin una orden judicial deberá existir una causa razonable para creer que un crimen es inminente o que se acaba de cometer. En el proceso de investigación científica se parte de una ‘necesidad de conocimiento’ unida a una hipótesis sustantiva (generalmente vinculada a la hipótesis alternativa) que inicia el proceso de diseño estadístico (Frías-Navarro, 2011).

Todo proceso judicial comienza con la asunción de que el acusado es inocente hasta que se demuestre lo contrario. Desde la fiscalía o desde la acusación particular se aportarán todas las pruebas que se han encontrado durante la fase de investigación y que se consideran de calidad para demostrar que el acusado es culpable más allá de toda duda razonable (siempre podrán existir explicaciones o hipótesis alternativas pero serán muy improbables). Al final del juicio, el jurado y el juez tomarán una decisión: el acusado es No Culpable o el acusado es Culpable (ver Tabla 1). Téngase en cuenta que en la analogía partimos de que en un juicio nunca se concluye que el acusado es inocente, el veredicto es No Culpable. En un proceso de decisión estadística nunca se concluye que la hipótesis nula es cierta, sólo se mantiene la H_0 (hasta el momento la evidencia encontrada no permite rechazarla) o se rechaza la H_0 . Nunca se acepta la H_0 , del mismo modo que con el proceso de juicio nunca se prueba la inocencia sólo se concluye que con las pruebas aportadas no se puede declarar al acusado culpable siendo el veredicto final el de No culpable.

Tabla 11. *Sentencia y condición del acusado*

<i>Sentencia del juez</i>	<i>Condición real del acusado</i>	
	<i>Inocente</i>	<i>Culpable</i>
No Culpable	Decisión correcta	Decisión incorrecta
Culpable	Decisión incorrecta	Decisión correcta

Por lo tanto, si las pruebas aportadas en el juicio no son suficientes para probar la culpabilidad más allá de una duda razonable entonces el acusado será declarado No Culpable. El acusado es declarado Culpable cuando hay suficiente evidencia o pruebas para probar su culpabilidad más allá de una duda razonable. En cualquier caso, se puede apelar el veredicto

con el objetivo de valorar de nuevo la decisión del jurado. Los estudios de replicación tienen como objetivo otorgar validez externa a los hallazgos o cambiar el rumbo de las conclusiones adoptadas en investigaciones anteriores.

En definitiva, errores de interpretación como ‘aceptar’ la hipótesis nula o declarar su certeza cuando se mantiene la hipótesis nula o su falsedad cuando se rechaza son fácilmente comparados con la declaración de no culpable o culpable del acusado. Como ya se ha comentado, nunca se prueba la inocencia de un acusado, es decir, nunca se prueba la verdad de la hipótesis nula, se asume como principio desde el principio del proceso de juicio que el acusado es inocente hasta que se demuestre lo contrario. Del mismo modo se asume que la hipótesis nula es cierta desde el comienzo del proceso de contraste estadístico. El resultado del juicio supone dos decisiones: el acusado es declarado culpable o el acusado es declarado no culpable, pudiéndose equivocar el jurado en los dos casos. La decisión del proceso de contraste estadístico también es dicotómica: mantener la hipótesis nula o rechazarla y también es posible equivocarse por error de tipo I (rechazar la hipótesis siendo realmente verdadera) o por error de tipo II (mantener la hipótesis siendo realmente falsa).

Por lo tanto, el objetivo de nuestra investigación es presentar una experiencia de innovación docente basada en la docencia de contenidos vinculados con el proceso de contraste de hipótesis estadísticas mediante la analogía del proceso de un juicio. Nuestra hipótesis de investigación mantiene que el uso de la analogía facilitará la comprensión de los elementos implicados en la interpretación de los resultados de las pruebas estadísticas en comparación con aquellos alumnos que no han seguido las explicaciones de estadística con la analogía del juicio.

2. METODOLOGÍA

Método

Participantes

La muestra está constituida por 102 alumnos de la materia de Diseños de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad de Valencia. El 18% son hombres y el 82% son mujeres; dos alumnos no anotaron su sexo en el cuestionario.

Diseño de la investigación

Durante las clases de la materia de Diseños de Investigación Experimental, el profesor presenta los conceptos estadísticos y los relacionada con el proceso de decisión estadística.

Los alumnos tienen como tarea el visionado de una película de un proceso de juicio cuyos contenidos serán utilizados en clase para efectuar la analogía. La película que se utiliza como ejemplo de comparación es la clásica película de Billy Wilder “Testigo de Cargo” (1957, *Witness for the Prosecution*) cuyos ‘dos finales’ permiten ejemplificar de forma clara el error de tipo I y el error de tipo II. Se destacan secuencias concretas de la película como las decisiones del juez y la presentación de las evidencias o pruebas durante el juicio, para realizar comparaciones con el proceso de decisión estadística.

El diseño de la investigación está formado por dos grupos independientes: un grupo que se constata que ha interiorizado la analogía del proceso del juicio (grupo experimental) y un grupo que no ha logrado efectuar la comparación entre el proceso de contraste estadístico y el proceso de un juicio (grupo de control).

Instrumentos

Variable independiente. El experimento se realizó después de recibir la docencia de la materia de Diseños de Investigación. La variable de grupo se ha realizado chequeando las respuestas de los alumnos a dos cuestiones que están directamente vinculadas con la analogía. Cuando las respuestas a ambas cuestiones son correctas, se ha considerado que el alumno ha efectuado correctamente la analogía del juicio y por lo tanto forma parte del grupo experimental. Cuando el alumno responde de forma incorrecta a una de las dos cuestiones o a las dos se considera que no ha interiorizado adecuadamente el proceso de la analogía y formará parte del grupo de control.

Cuestión 1. Los resultados del análisis se corresponden con una decisión del jurado del tipo:

- a) El acusado es Culpable.
- b) El acusado es No Culpable.
- c) El acusado es Inocente.
- d) Las pruebas aportadas en el juicio son falsas

Cuestión 2 Utilizando la analogía del jurado, cuando un acusado es declarado no culpable pero realmente sí había cometido el delito se trata de::

- a) Error de Tipo I.
- b) Error de Tipo II.
- c) Valor p de probabilidad.
- d) Tamaño del efecto.

Variable dependiente. La medida del efecto de la intervención se ha realizado a través del cómputo de aciertos y errores cometidos en un cuestionario de siete afirmaciones relacionadas con los elementos implicados en el proceso de decisión estadística:

- Concluye si se rechaza o se mantiene la hipótesis nula
- La decisión estadística supone valorar
- Cometer Error de Tipo II es imposible cuando
- El error de tipo I se puede cometer cuando
- En esta primera fase de su investigación la decisión estadística vinculada a la hipótesis de investigación conduce a
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, los investigadores tienen que estar preocupados por
- La potencia estadística se refiere a

Las puntuaciones en la variable denominada “interpretación del proceso de decisión estadística ” tienen una amplitud de 7 a 14, de manera que cuanto mayor la puntuación más correcta es la interpretación del proceso de decisión estadística. Cada una de las preguntas del cuestionario se computa como error (valor de 1) o como acierto (valor de 2).

3. RESULTADOS

Los resultados señalan que los alumnos que forman parte del grupo experimental obtienen una puntuación más alta en el cuestionario de interpretación del proceso de decisión estadística (Media= 10.72, DT=2.23, n=25) que los alumnos que forman parte del grupo de control (Media=9.64, DT=1.55, n=77), siendo la diferencia estadísticamente significativa ($F(1, 100)= 7.37$, $p=0.008$, tamaño del efecto de diferencia estandarizada de medias d de Cohen= 0.62, intervalo de confianza al 95% de 0.16 a 1.08). Se trata de un tamaño del efecto medio (Cohen 1988). En términos del tamaño del efecto de Lenguaje Común (CL, McGraw y Wong, 1992) se observa que $CL=0.66$, es decir, se puede concluir que la probabilidad de que un alumno del grupo experimental sea superior a una persona del grupo control, si las dos son elegidos al azar, es igual a 0.66.

4. CONCLUSIONES

Enseñar estadística a estudiantes de Psicología cuya principal área de interés no es precisamente la metodología resulta en muchos casos difícil (Hogg, 1991; Wiberg, 2009). Las

actitudes y estereotipos sobre los contenidos de las materias de metodología han creado una imagen de las asignaturas donde se destaca su tremenda dificultad para poderlas aprobar. Dada esta situación y la dificultad que los alumnos tienen para alcanzar el pensamiento estadístico de ciertas cuestiones especialmente abstractas se ha proyectado nuestra investigación: ofrecer una alternativa a la enseñanza tradicional del proceso de decisión estadística basada en el uso de analogías.

Los resultados de nuestra investigación han mostrado el efecto positivo que la experiencia de visionar una película de un proceso de juicio y la aplicación de la analogía tienen sobre el aprendizaje de los conceptos implicados en el proceso de decisión estadística. La experiencia docente llevada a cabo con la película de *Testigo de Cargo* como eje de la analogía ha permitido, en primer lugar, crear un ambiente activo de discusión donde los alumnos exponen su visión de la película enlazando las escenas de la película con los elementos implicados en el proceso de decisión estadística. El visionado de la película anima al alumno a participar en clase de forma activa, manifestando control de su opinión y poco a poco con ayuda del profesor y del resto de argumentos que se van desarrollando en la clase se completa la analogía entre el proceso de juicio y el proceso de decisión estadística. Algunas cuestiones conceptuales no están cubiertas por la analogía como por ejemplo la distribución de muestreo pero la confianza del alumno y el comienzo del desarrollo del pensamiento estadístico sí permite que el alumno esté más receptivo y colaborador en el progreso de los contenidos y explicaciones presentadas en la clase.

La educación estadística tradicional centrada en el desarrollo de conocimiento y habilidades que asume que los alumnos alcanzarán esas metas ya ha demostrado que no es eficaz (Snee, 1993). El cambio en la enseñanza de la educación estadística es necesario y urgente. La educación estadística exige el desarrollo del pensamiento estadístico, participando de forma activa en la resolución de los problemas de investigación. Es decir, la enseñanza de la estadística exige que el alumno aprenda ‘haciendo estadística’ con hechos reales e integrando los procesos que subyacen a la técnica estadística.

Desde hace quince años la enseñanza de la metodología de investigación la Facultad de Psicología de la Universidad de Valencia tiene una página web docente donde se facilitan los materiales del curso y también enlaces e información básica (<http://www.uv.es/friasnav/>). Actualmente estamos desarrollando un material multimedia donde se relacionan las pruebas de significación estadística y el proceso de diseño de investigación con el proceso de un

juicio. Los principales objetivos de nuestra línea de investigación sobre la educación estadística son desarrollar el pensamiento estadístico para capacitar a los alumnos de una ‘actitud científica’ hacia los problemas sociales, para que interpreten críticamente los resultados publicados, reconociendo los potenciales sesgos, para que comprendan y utilicen la estadística en los diseños de investigación con la ayuda de un software apropiado y muy especialmente para que sepan comunicar de forma efectiva sus resultados o informes de investigación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bangdiwala, S. I. (1989). The teaching of the concepts of statistical tests of hypotheses to non-statisticians. *Journal of Applied Statistics*, 16, 355-361.
- Batanero, C., Godino, J. D., Vallecillos, A., Green, D. R., & Holmes, P. (1994). Errors and difficulties in understanding elementary statistical concepts. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 2, 527-547.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Donnelly, C. M., & McDaniel, M. A. (1993). Use of analogy in learning scientific concepts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 975-987.
- Falk, R. (1986). Misconceptions of statistical significance. *Journal of Structural Learning*, 9, 83-96.
- Falk, R. and Greenbaum, C. W. (1995). Significance tests die hard. *Theory and Psychology*, 5, 75-98.
- Feinberg, W. E. (1971). Teaching the type I and II errors: the judicial process. *American Statistician*, 25, 30-32.
- Frías-Navarro, D. (2011). *Técnica estadística y diseño de investigación*. Valencia: Ediciones Palmero.
- Frías-Navarro, D., Badenes-Ribera, L., Pascual-Soler, M., & Monterde-i-Bort, H. (2013). Pensamiento meta-analítico: educación estadística. *XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria 2013. Retos de futuro en la enseñanza superior: Docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica*. Universidad de Alicante, 4 y 5 de julio.
- Gigerenzer, G. (2004). Mindless statistics. *Journal of Socio-Economics*, 33, 587-606.

- Haller, H., & Krauss, S. (2002). Misinterpretation of significance: A problem students share with their teachers? *Methods of Psychological Research Online*, 7, 1-20.
- Hogg, R. V. (1991). Statistical education: improvements are badly needed. *American Statistician*, 45, 342-343.
- Holyoak, K. L. (2005). Analogy. En K. J., Holyoak; R. G. Morrison (eds.), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2005.
- Holyoak, K. L., & Thagard, P. (1995). *Mental leaps: analogy in creative thought*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Kline R.B. (2004). *Beyond significance testing: reforming data analysis methods in behavioural research*. Washington, DC: American Psychological Association.
- McGraw K.O., & Wong S.P. (1992) A common language effect size statistic. *Psychological Bulletin*, 111, 361-365.
- Monterde i Bort, H., Pascual, J., & Frías-Navarro, D. (2006). Errores de interpretación de los métodos estadísticos: importancia y recomendaciones. *Psicothema*, 18, 848-856.
- Monterde-i-Bort, H., Frías-Navarro, D., & Pascual, J. (2010). Uses and abuses of statistical significance tests and other statistical resources: A comparative study. *European Journal of Psychology of Education*, 25, 429-447.
- Nickerson, R.S. (2000). Null hypothesis significance testing: a review of an old and continuing controversy. *Psychological Methods*, 5, 2, 241-301.
- Oakes, M. (1986). *Statistical inference: A commentary for the social and behavioural sciences*. Chichester, England: Wiley.
- Schustack, M. W, & Anderson, J. R. (1979). Effects of analogy to prior knowledge on memory for new information. *Journal of Verbal Behavior and Verbal Learning*, 18, 565-583.
- Snee, R. D. (1993). What's missing in statistical education? *American Statistician*, 47, 149-154.
- Wiberg, M. (2009). Teaching statistics in integration with Psychology. *Journal of Statistics Education*, 17. Disponible en: <http://www.amstat.org/publications/jse/v17n1/wiberg.html>